

水相分析より測定せる生体総脂肪量,並びにこれと 皮厚及び臨床諸検査成績との関係について

著者	湊谷 昭夫
号	69
発行年	1961
URL	http://hdl.handle.net/10097/17581

氏 名 みなと 湊 や 谷 あき 昭 お 夫

授 与 学 位 医 学 博 士

学 位 授 与 年 月 日 昭 和 3 6 年 3 月 2 4 日

学位授与の根拠法規 学位規則第 5 条第 1 項

研究科，専攻の名称 東北大学大学院医学研究科
内科学系

学 位 論 文 題 目 水相分析より測定せる生体総脂肪量，並
びにこれと皮厚及び臨床諸検査成績との
関係について

指 導 教 官 東北大学教授 中 村 隆

論文審査委員 東北大学教授 中 村 隆

東北大学教授 鳥 飼 龍 生

東北大学教授 山 形 徹 一

論文内容要旨

緒 言

肥満者は諸種の疾患に対する罹患率が高く、死亡率も正常体重者と較べ大であり注目されている。肥瘦の程度を表わすものとして体重が一般に用いられ、標準体重を基準として表わしている。しかしながら、生体脂肪量は性、年齢は勿論、筋肉骨格の発育の差によつてかなりの変動がある故、体重をもつて肥瘦の程度を判定すると、脂肪組織と筋肉組織の区別がなされず、運動家や肉体労働者のように筋肉が著しく発達している者では脂肪量の増加が無くても肥満とされる恐れがある。肥満は本来脂肪組織の著しい増加を意味するものであるから、生体脂肪量を測定し、これをもつて肥満の判定の指標とすることはより合理的な方法と考えられる。

生体脂肪量測定には、生体の比重測定より計算する方法と、生体全水分量、或いは生体全水分量と細胞外液量とより求める方法が知られている。著者は Keys & Brožek の式に従つて体脂肪量を測定し、体脂肪量と性、年齢、体重との関係、また肥瘦の程度を表わす指標としての皮下脂肪厚との関係、加えて特に肥満と関連ありと考えられる諸種臨床検査成績との関係について検討を行つた。

実験対象及び実験方法

東北大学中村内科外来に来院及び入院せる患者 83 例（男子 49 例、女子 34 例）を実験対象としたが、水分貯溜傾向の見られる症例は対象から除外した。

実験方法

1. Brodie の Antipyrine 法により生体全水分量(A)を、Crandall—Anderson の Rhodan Soda 法により細胞外液量(T)を求め、Brožek & Keys の式を用い生体脂肪量を測定した。

$$\text{脂肪 } F = 1 - 1.563 A + 0.349 T$$

2. Best の Special Spring Caliper を使用し、皮厚を測定した。これは皮膚を一定の圧(200 g)で挟む様に工夫してある。測定部位は次の 6 ケ所を選んだ。上膊伸側中央、胸部：右側乳嘴腋下線中点、腹部：脐窩右 5 cm の個所、腰部：右腸骨嚢と中腋下線の交点、背部：右肩甲骨下角直下部、下肢：膝蓋直上部。

実験成績並びに考按

1. 生体脂肪量について

標準体重範囲内にあると考えられる Broca 指数 $\pm 10\%$ 以内の例について測定した生体脂肪量は男子(26例)平均 $19.9\% \pm 1.90\%$ 、女子(16例)平均 $23.6 \pm 3.11\%$ で、男女計 42 例の平均は $21.3 \pm 5.53\%$ である。

生体脂肪量は性及び年齢によつても異なる。Broca 指数 $\pm 10\%$ 以内のものについて、40 才を境に若年者と高年者に分け、男女別に比較すると表 1 に示す如くである。40 才未満の男子の生体脂肪量の平均は $17.7 \pm 3.09\%$ 、40 才以上の男子は $21.8 \pm 2.73\%$ 、40 才未満女子の平均は $22.5 \pm 4.51\%$ 、40 才以上の女子は $25.0 \pm 5.16\%$ であり、高年者は若年者より、女子は男子より生体脂肪量が大であつた。

この男子と女子の相異をBroca指数との関係において比較すると(才1図), $-10\sim+10\%$ の範囲では, 男子の生体脂肪量の平均は 19.9% , 女子は 23.6% で, その差は 3.7% , $+10\sim+30\%$ では男子の生体脂肪量の平均は 28.1% , 女子は 34.5% で, その差は 6.4% , $+30\%$ 以上では男子 32.0% , 女子 41.4% で差は 9.4% となり, 体重の増加が著しい程男女の生体脂肪量の差が著明となる。即ち肥満の程度が増すに従つて, 女子は男子より同一体重者でも脂肪の占める割合の増大することが解る。生体脂肪量とBroca指数との相関をみると, 男子では相関係数 $r=0.626$, 女子は $r=0.691$, 危険率共に 1% 以下で推計学的に有意な正の直線関係にあり, 体重増加と生体脂肪量の多少とが密接な関係を有することが知られる。

2. 体重増減に伴う生体組成の変化

a) 体重増加の際の生体脂肪量の変化: $3\sim6$ ヶ月間に 4.0kg 以上体重増加を示した正常体重の肺結核患者6名について体重増加前後の生体脂肪量を測定, 比較した。体重増加は平均 5.1kg で, その割合は細胞外液量平均 0.6kg , 細胞成分平均 1.45kg , 脂肪量は平均 3.0kg である。これを百分率で示すと細胞外液量 12% , 細胞成分 29% , 脂肪量は 59% となり, 体重の増加は脂肪の蓄積によることが大である。

b) 体重減少の際の生体脂肪量の変化: 才1例は男子で 16.0kg の体重減少の際に細胞外液量 1.6kg (10%), 細胞成分 4.0kg (25%), 脂肪量 10.4kg (65%)の減少が観察された。他の1例は女子で 5.5kg の体重減少をみ, その割合は細胞外液量 0.5kg (9%), 細胞成分 0.7kg (13%), 脂肪 4.3kg (78%)である。2例ではあるがこのことから, 肥満者の体重減少に際しては脂肪が最も大きな割合を占め, 体重 1kg 減少に際し平均, 715g の体脂肪の減少が見られることを明かにした。

3 皮厚について

6部位の皮厚測定値の相互の関係を体脂肪量と男女別に分けて示すと才2図の如くである。体脂肪量の増大に伴い6部位の皮厚は男, 女共に平行的な増加を示している。皮下脂肪の分布が男女でやゝ異り, 男子では腹部皮厚が最大, 次いで腰部, 胸部, 背部, 上膊, 下肢の順となり, 腹部を中心に脂肪が蓄積される傾向にある。女子では腹部と同様に腰部, 背部の脂肪沈着が著明, また下肢, 上膊の皮厚も男子に較べ大であり, 皮下脂肪が比較的均等に分布していることを示している。6部位の皮厚と生体脂肪量とはいづれも推計学的に有意な正の直線関係を示すが, 測定部位別に見ると才2表の如くである。男子では背部, 胸部, 腹部で体脂肪量と高い相関を, 下肢上膊, 腰部ではやゝ低い相関を示した。女子では背部が最も相関が高く, 次いで腹部, 胸部, 腰部であり, 上膊, 下肢はやゝ相関が低かつた。このことから栄養状態の判定として皮厚測定が有意義であり, 且つその測定部位として男女別に背部, 腹部, 胸部が適当であると考えた。

4. 心臓横径, 心肺係数及び横隔膜高について

心臓横径, 心肺係数及び横隔膜高と体脂肪量との関係をみると才3~5表の如くである。心血管系の合併が無い群では, 体脂肪量 15% 以下と $15\sim30\%$ 以上とで心臓横径及び心肺係数に著明な差を認めないが, 30% 以上の群では心臓横径及び心肺係数共増大を示している。特に心血管系の合併を有する群では体脂肪量の増加に伴い心臓横径及び心肺係数の増大は著明である。

しかし心臓横径及び心肺係数の増大には肥満による横隔膜挙上のための心臓横位の影響が考えられるので, 横隔膜の高さを計測すると, 体脂肪量が 15% 以下と $15\sim30\%$ の群では著差がみられなかつたが, 30% 以上になると著明な横隔膜の挙上が認められた。しかし心血管系合併症の有無による差は特に認められなかつた。以上の結果より体脂肪量が増加するにつれて心臓

横径及び心肺係数は増大するが、一方肥満に伴い横隔膜が挙上する結果、心臓が横位をとり、その為に一見心臓の大きさが増大したように見えることも考えられ、肥満者に於ける心臓肥大の判定には慎重を期すべきことが注意された。

5. 心電図所見について

心臓の電気的位置は体脂肪量の増大につれて、垂直位、半垂直位が減少し、中間位、更には半水平位、水平位も増大の傾向を示した。又心臓の位置型も体脂肪量の増大に伴い右軸偏位が減少し、左軸偏位をとるものが増加した。しかしこの場合も前述のように横隔膜高位による心臓の横位が関連する。従つて直ちに左室肥大と結びつけるわけにはいかないが、心血管系疾患を合併する群にこれらの傾向が大であり注目された。

6. 血清脂質について

心血管系疾患を合併する症例を生体脂肪量25%を境として2群に分け、両群につき血清総コレステロール、燐脂質及び総コレステロールと燐脂質との比即ちc/p比を比較した。体脂肪量25%以下の群では総コレステロール値は平均 $151.6 \pm 16.0 \text{ mg/dl}$ 、燐脂質は平均 $151.7 \pm 21.1 \text{ mg/dl}$ であり、c/p比は 1.02 ± 0.12 となる。体脂肪量が25%以上の群では総コレステロール値は平均 $176.4 \pm 30.5 \text{ mg/dl}$ で前群に比較してやゝ高値を示すが、燐脂質は $162.1 \pm 33.9 \text{ mg/dl}$ で著差は無く、従つてc/p比は 1.11 ± 0.04 と増大を示した。このことから血清コレステロール値を比較検討する場合には肥満についても十分考慮する必要があると考える。

7. 肝機能について

生体脂肪量と肝機能検査成績を比較すると(才6表)、体脂肪量30%以上の群ではB.S.P排泄試験異常を示す例が多く、20例中15例(75%)に陽性をみた。B.S.P負荷は体重1kgに就き投与されるから肥満者ではB.S.P投与量が過度に多く、この故に見かけの異常値をとることも考えられるのでB.S.P負荷量をBrocaの標準体重に換算し再検討を行つた。体脂肪量30%以上でB.S.P異常を示した12例中5例は10%以下となつたが、7例は依然として異常値を示した。従つて体脂肪量30%以上の肥満者においてみられるB.S.P異常値は体重増加に基づく投与量の過重負荷もその一因と思われるが、眞の病的意義を有するものも高頻度にみられると考えられた。しかしその他の肝機能検査即ち黄疸指数、T.T.T、T.F.T、C.C.F及びGros反応は体脂肪量30%以下の群と比較し著差が認められなかつた。

総括並びに結論

男女83例について、Brozek & Keysの式を用いて生体脂肪量を測定し、これと性、年齢、体重との関係並びに体重増減に伴う体組成の変化について検討した。併せてSpecial Spring Caliperを用いて6部位の皮厚を測定し、これと生体脂肪量との関係を検討した。又肝機能検査、血清脂質の測定、心電図撮影、心臓及び横隔膜高の計測を行い、生体脂肪量との関係について検討した。

1) 正常体重者の生体脂肪量の平均は男子では $19.9 \pm 1.90\%$ 、女子では $23.6 \pm 3.11\%$ 、男女合計では $21.3 \pm 5.53\%$ であつた。

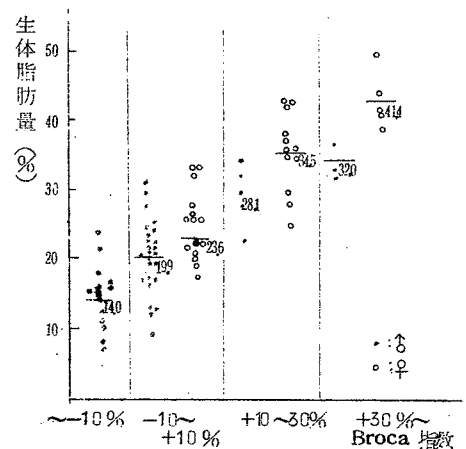
2) 生体脂肪量は男子では40才未満は $17.7 \pm 3.09\%$ 、40才以上は $21.8 \pm 2.73\%$ である。女子では40才未満は $22.5 \pm 4.51\%$ 、40才以上は $25.0 \pm 5.16\%$ であり、女子は男子より、又高年者は若年者より生体脂肪量が大である。

- 3) 肥満の程度 (Broca 指数) が増すに伴い体脂肪量は直線的な増加を示した。
- 4) 正常体重者の体重増加に伴う生体組成の変動は細胞外液量の増加 12%, 細胞成分 2.9%, 脂肪の増加は 5.9% であった。肥満者の体重減少には細胞外液 9.5%, 細胞成分 1.9%, 脂肪は 71.5% を占めた。
- 5) 生体脂肪量と 6 部位の皮厚とは、いずれも推計学的に有意な正の直線関係にあり、男子では背部、胸部、腹部が、女子では背部、腹部が体脂肪量と高い相関を示した。
- 6) 心臓横径及び心肺係数は体脂肪量の多い群に増大しており、特に心血管系疾患の合併している群に著明であった。しかし横隔膜も体脂肪量の増大に伴い高位をとることから、肥満者の心臓陰影の増大には横隔膜挙上による心臓横位も考慮に入れる必要がある。
- 7) 心電図所見では：生体脂肪量が増すにつれて、左軸偏位、半水平位、水平位をとるものが増加したが、この傾向は心血管系疾患を合併する群に多かつた。
- 8) 血清脂質について、体脂肪量の大きな群では総コレステロールは一般に高値を示すが、磷脂質は小なる群と比し、大差無く、従つて c/p 比は一般に大であつた。
- 9) 肝機能検査は、体脂肪量が 30% 以上では BSP 異常が 75% にみられたが、その他の肝機能検査では体脂肪量により有意の差がみられなかつた。体脂肪量 30% 以上で BSP 異常を示す例に、標準体重により授与し再検したがその半数以上は依然として異常値を示した。

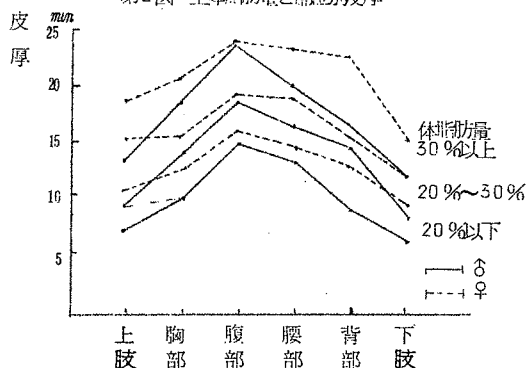
第1表 正常体重者(±10%以内)の生体脂肪量、性及び年齢との関係

	例数	平均年齢	肥満度(Broca)	生体脂肪量%
♂40才未満	12	29.6	- 1.3	17.7±3.09
♂40才以上	14	51.5	- 1.4	21.8±2.73
♀40才未満	9	27.0	+ 0.3	22.5±4.51
♀40才以上	7	53.3	- 1.2	25.0±5.16
合 計	42	40.4	- 1.0	21.3±5.53

第1図 生体脂肪量と肥満度 (Broca 指数)



第2図 生体脂肪量と部位別皮厚



第2表 生体脂肪量と皮厚

部位	相 関 係 数	性	
		男	女
上 膊		0.508	0.586
胸 部		0.692	0.687
腹 部		0.665	0.710
腰 部		0.512	0.675
背 部		0.708	0.748
下 肢		0.473	0.629

(危険率1%以下)

第3表 生体脂肪量と心臓横径

生体脂肪量	心血管系合併症	例数	心臓横径
15%以下	無	11	12.0±0.91
	有	3	12.3±4.09
15～30%	無	25	12.3±0.68
	有	12	14.4±1.13
30%以上	無	12	13.1±1.30
	有	16	14.7±1.56

第4表 生体脂肪量と心肺係数

生体脂肪量	心血管系合併症	例数	心肺係数(%)
15%以下	無	11	44.5±3.82
	有	3	47.2±5.07
15～30%	無	25	44.8±3.45
	有	12	51.1±4.50
30%以上	無	12	48.7±5.24
	有	6	55.6±4.73

第5表 生体脂肪量と機體高(心血管系合併症無し)

生体脂肪量	例数	機體高(背部頂骨)
15%以下	11	右 10.5±0.21
		左 10.9±0.25
15～30%	25	右 10.4±0.26
		左 10.8±0.28
30%以上	12	右 9.8±0.37
		左 10.2±0.32

第6表 生体脂肪量と肝機能

生体脂肪量		肝機能 例数	I.I. ≧11	B.S.P. ≧10.1	T.T.T. ≧4単位	T.F.T. ≧+	C.C.F. ≧+	Gros ≧+
20%以下	18	1 (5.6)	3 (16.7)	1 (5.6)	0	0	0	
20～30%	12	2 (16.7)	3 (25.0)	2 (16.7)	1 (8.3)	0	0	
30%以上	20	2 (10.0)	15 (75.0)	2 (10.0)	2 (10.0)	1 (5.0)	1 (5.0)	
合 計	50	5 (10.0)	21 (42.0)	3 (10.0)	3 (6.0)	1 (2.0)	1 (2.0)	

括弧内%

審 査 結 果 要 旨

肥満は諸種疾患との密接な関係から最近とみに注目されつゝあり、これに伴い肥瘦の直接の尺度として、生体脂肪量の測定の意義も増大しつつある。

生体脂肪量測定には、比重の測定より求める方法と、水相分析による方法とが知られている。Brožek & Keys は Antipyrine Space と Rhodan space とより体脂肪量を求める式を考案した。著者は Brožek & Keys の式に従つて、体脂肪量を 83 例について測定し、性、年齢、体重との関係を調べ、本法について検討を加えた。併せて Special spring Caliper を用いて計測した皮厚と生体脂肪量との関係、又肥満と関連ありと考えられる諸種臨床検査成績との対比を行なつた。以下その成績を述べる。

- 1) 正常体重者 42 例の生体脂肪量の平均は $21.3 \pm 5.5\%$ であつた。
- 2) 肥満の程度 (Broca 指数) との関係は体重増加に伴い、体脂肪量は直線的な増加を示した。
- 3) 性、年齢との関係をみると、女子は男子より、又高年者は若年者より体脂肪量が大であつた。
- 4) 体重増加に伴う生体組織の変化は、正常体重者では脂肪の増加が 57% を占めた。
- 5) 体脂肪量と皮厚とは、いづれも有意な正の直線関係にあり、特に背部皮厚と最も高い相関を示し、皮厚測定は肥満の程度を推定するのに有意義であるといえる。
- 6) B.S.P. 値は肥満と関係があると云われているが、体脂肪量 30% 以上の例では B.S.P. 異常が高率にみられた。しかしその他の肝機能検査では有意の差が認められなかつた。又 B.S.P. 異常に対し、体重増加に基づく投与量が問題とされるので、標準体重により投与し再検したが、その半数以上は依然として異常値を示し、消失率の減少にもとづくことが考えられた。
- 7) 血清脂質は、高血圧、冠性心疾患等の心血管系合併を有する例につき比較したが、体脂肪量の大なる群では、総コレステロールは一般に高値を示すが、磷脂質は大差無く、従つて c/p 比は一般に大であつた。
- 8) 心臓横径及び心肺係数は体脂肪量の多い群に増大しており、特に心血管系疾患の合併しているものに著明である。
- 9) 心電図所見では体脂肪量が増すにつれ、左軸偏位、半水平位、水平位をとるものが増加するが、心血管系疾患を合併する群に多かつた。